

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>8</b>	5.4.6.2	pH-Wert.....	31	<b>7</b>	<b>Kosten</b> .....	<b>56</b>	<b>11</b>	<b>Wirtschaftlichkeit</b> .....	<b>79</b>
<b>2</b>	<b>Rechtliche Aspekte</b> .....	<b>10</b>	5.4.6.3	Abwasserzusammensetzung.....	31	7.1	Allgemeines.....	56	11.1	Abwasserabgabe.....	79
2.1	Anforderungen an die Ablaufqualität von Kläranlagen.....	10	5.4.6.4	Reaktionsbedingungen.....	31	7.2	Investitionskosten.....	56	11.2	Förderung.....	80
2.1.1	Mindestanforderungen.....	10	5.4.7	Dosierstrategie.....	32	7.3	Betriebskosten.....	57			
2.1.2	Weitergehende Anforderungen.....	10	5.4.7.1	Allgemeines.....	32	7.4	Jahreskosten.....	57			
2.2	Abwasserabgabe.....	12	5.4.7.2	Besonderheiten bei kleineren Kläranlagen.....	33						
			5.4.8	Auslegung der Lager- und Dosiereinrichtungen.....	33	<b>8</b>	<b>Erreichbare Ablaufwerte</b> .....	<b>59</b>	12.1	Vorbemerkung.....	81
<b>3</b>	<b>Belastung des Abwassers durch Phosphor und analytische Bestimmung</b> .....	<b>13</b>	5.4.9	Dosierstelle.....	35	8.1	Allgemeine Hinweise.....	59	12.2	Ausgewählte Betriebsergebnisse.....	82
<b>4</b>	<b>Grundlagenermittlung</b> .....	<b>15</b>	5.4.9.1	Allgemeines.....	35	8.2	Beispiele zu erreichbaren Ablaufwerten.....	61			
<b>5</b>	<b>Phosphorelimination bei der kommunalen Abwasserreinigung</b> .....	<b>16</b>	5.4.9.2	Dosierung von Fällmitteln in den Rücklaufschlamm.....	38	8.2.1	Anmerkungen zur statistischen Auswertung.....	61	<b>13</b>	<b>Hinweise zur Verbesserung einer bestehenden Phosphorelimination</b> .....	<b>94</b>
5.1	Verfahrenstechnische Möglichkeiten.....	16	5.4.9.3	Dosierung von Fällmittel direkt vor Filtrationsanlagen.....	38	8.2.2	Beispiele.....	63	<b>14</b>	<b>Hinweise zur Implementierung einer gezielten Phosphorelimination</b> .....	<b>96</b>
5.2	Ungezielte Phosphorentnahme.....	17	5.4.10	Technologische Randbedingungen.....	38	<b>8.3</b>	<b>Aufschlüsselung des Restphosphors</b> .....	<b>64</b>	<b>15</b>	<b>Dank</b> .....	<b>98</b>
5.2.1	Ungezielte Phosphorentnahme durch Sedimentation in der Vorklärung.....	17	5.4.10.1	Lagerbehälter.....	38				<b>16</b>	<b>Bildnachweis</b> .....	<b>99</b>
5.2.2	Ungezielte Phosphorentnahme durch Einbau in die Biomasse.....	18	5.4.10.2	Dosieranlage.....	42	<b>9</b>	<b>Phosphorelimination bei Sonderverfahren</b> .....	<b>66</b>	<b>17</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>100</b>
5.3	Erhöhte biologische Phosphatelimination.....	19	5.4.10.3	Rohrleitungen.....	42	9.1	Allgemeines.....	66	17.1	DWA-Regelwerk.....	100
5.3.1	Verfahrenstechnische Einbindung.....	19	5.4.10.4	Automatisierung.....	43	9.2	Tropfkörper und Rotationstauchkörper.....	66	17.2	Leitfäden zur P-Elimination von unterschiedlichen Bundesländern.....	100
5.3.2	Bemessungstechnische Voraussetzungen.....	19	5.4.10.5	Auswirkungen auf die Nitrifikation.....	46	9.3	SBR-Anlagen.....	67	17.3	Weitere Literatur.....	100
5.3.3	Abwasserbeschaffenheit und betriebliche Rahmenbedingungen.....	20	5.4.10.6	Zusätzliche Sicherheitshinweise.....	46	9.4	Biofilter.....	69			
5.3.4	Einfluss auf die Schlammbehandlung.....	21	<b>5.5</b>	<b>Kombination von chemischer und biologischer Phosphorelimination</b> .....	<b>46</b>	9.5	Naturnahe Verfahren.....	69			
5.3.5	Leistungsfähigkeit der erhöhten biologischen P-Elimination im Betrieb.....	22	5.5.1	Bemessung und Betrieb.....	46	9.5.1	Allgemeines.....	69			
<b>5.4</b>	<b>Chemische Fällung</b> .....	<b>23</b>	5.5.2	Implementierung einer biologischen P-Elimination im laufenden Betrieb.....	47	9.5.2	Abwasserteiche.....	69			
5.4.1	Fällungsmittel.....	23	<b>6</b>	<b>Partikulärer Restphosphor und Feststoffrückhalt</b> .....	<b>48</b>	9.5.3	Bewachsene Bodenfilter.....	70			
5.4.2	Bemessung.....	24	<b>6.1</b>	<b>Feststoffabtrennung bei der Abwasserreinigung</b> .....	<b>48</b>	9.6	Elektrolytische Phosphatentfernung.....	71	<b>10</b>	<b>Betriebsüberwachung</b> .....	<b>72</b>
5.4.2.1	Ermittlung der zu fällenden Phosphatfracht.....	24	6.1.1	Sedimentationsverfahren.....	48				10.1	Grundlagen der Analytik.....	72
5.4.2.2	Ermittlung der Fällmittelmenge zur Auslegung des Lagerbehälters.....	26	6.1.1.1	Allgemeines.....	48				10.2	Phosphorbilanz.....	72
5.4.2.3	Ermittlung der Fällmittelmenge zur Auslegung der Dosierpumpen und Rohrleitungen.....	26	6.1.1.2	Sedimentationsverfahren/Absetzbecken ohne Einbauten.....	48				10.3	Bedeutung der Feststoffabtrennung.....	72
5.4.3	Schlammanfall für Simultan- und Nachfällung.....	27	6.1.1.3	Sedimentationsverfahren mit Einbauten.....	48				10.4	Kennzahlen.....	73
5.4.4	Säurekapazität.....	28	6.1.1.4	Auftriebsverfahren [Flotationsbecken].....	48	10.4.1	Allgemeines.....	73	10.4.1	Allgemeines.....	73
5.4.5	Auswirkungen auf das Gewässer.....	29	6.1.2	Filtrationsverfahren.....	49	10.4.2	$\beta$ -Wert.....	73	10.4.2.1	Allgemeines.....	73
5.4.5.1	Aufsalzung des Abwassers durch Zugabe von Fällungsmittel.....	29	6.1.2.1	Allgemeines.....	49	10.4.2.2	Stöchiometrischer $\beta_{Fall}$ -Wert.....	74	10.4.2.3	Betrieblicher $\beta$ -Wert.....	74
5.4.5.2	Emission von Eisen und Aluminium in das Gewässer.....	31	6.1.2.2	Raumfilter.....	49	10.4.2.4	$\beta$ -Wert als Benchmark.....	74	10.4.3	$K_p$ -Wert.....	76
5.4.6	Einflussfaktoren auf die Fällung.....	31	6.1.2.3	Flächenfilter.....	50				<b>10.5</b>	<b>Hinweis zur Eigenkontrolle</b> .....	<b>76</b>
5.4.6.1	Allgemeines.....	31	6.1.2.4	Membranfiltration.....	51				<b>10.6</b>	<b>Qualität der gelieferten Fällmittel</b> .....	<b>77</b>
			6.1.3	Bestimmung der abfiltrierbaren Stoffe.....	52						
			<b>6.2</b>	<b>Erreichbare Feststoffgehalte im Ablauf nachgeschalteter Trenneinrichtungen</b> .....	<b>53</b>						
			<b>6.3</b>	<b>Bemessungshinweise mit Teilstrom/ Vollstrom bei Filtrationsanlagen</b> .....	<b>53</b>						
			<b>6.4</b>	<b>Entscheidungskriterien für die Nachrüstung einer Filteranlage zur P-Elimination</b> .....	<b>55</b>						